

impara

elettronica

digitale

...e costruisci il tuo **LABORATORIO DIGITALE**

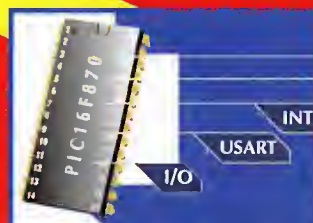
6,90 €



**HARDWARE**



**DIGITALE DI BASE**



**MICROCONTROLLER**

55



**DIGITALE AVANZATO**



Peruzzo & C.

**TOTALMENTE  
PROGRAMMABILE!!!**



Direttore responsabile:  
ALBERTO PERUZZO  
Direttore Grandi Opere:  
GIORGIO VERCELLINI  
Consulenza tecnica  
e traduzioni:  
CONSULCOMP S.n.c.  
Pianificazione tecnica  
LEONARDO PITTON

Direzione, Redazione, Amministrazione: viale Ercole Marelli 165, Tel. 02/242021, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Pubblicazione settimanale. Registrazione del Tribunale di Monza n. 1738 del 26/05/2004. Spedizione in abbonamento postale gr. II/70; autorizzazione delle Poste di Milano n. 163464 del 13/2/1963. Stampa: Grafiche Porpora s.r.l., Cernusco S/N (MI). Distribuzione SO.DI.P. S.p.A., Cinisello Balsamo (MI).

© 2004 F&G EDITORES, S.A.  
© 2005 PERUZZO & C. s.r.l. Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta, archiviata su sistema recuperabile o trasmessa, in ogni forma e con ogni mezzo, in mancanza di autorizzazione scritta della casa editrice. La casa editrice si riserva la facoltà di modificare il prezzo di copertina nel corso della pubblicazione, se costretta da mutate condizioni di mercato.

"ELETTRONICA DIGITALE"  
si compone di  
70 fascicoli settimanali  
da suddividere  
in 2 raccoglitori.

**RICHIESTA DI NUMERI ARRETRATI.**  
Per ulteriori informazioni, telefonare dal lunedì al venerdì ore 9.30-12.30 all'ufficio arretrati tel. 02/242021. Se vi mancano dei fascicoli o dei raccoglitori per completare l'opera, e non li trovate presso il vostro edicolante, potrete riceverli a domicilio rivolgendovi direttamente alla casa editrice. Basterà compilare e spedire un bollettino di conto corrente postale a PERUZZO & C. s.r.l., Ufficio Arretrati, viale Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Il nostro numero di c/c postale è 42980201. L'importo da versare sarà pari al prezzo dei fascicoli o dei raccoglitori richiesti, più le spese di spedizione € 3,10 per pacco. Qualora il numero dei fascicoli o dei raccoglitori sia tale da superare il prezzo globale di € 25,82 e non superiore a € 51,65, l'invio avverrà per pacco assicurato e le spese di spedizione ammontano a € 6,20. La spesa sarà di € 9,81 da € 51,65 a € 103,29; di € 12,39 da € 103,29 a € 154,94; di € 14,98 da € 154,94 a € 206,58; di € 16,53 da € 206,58 in su. Attenzione: ai fascicoli arretrati, trascorse dodici settimane dalla loro distribuzione in edicola, viene applicato un sovrapprezzo di € 0,52, che andrà pertanto aggiunto all'importo da pagare. Non vengono effettuate spedizioni contrassegno. Gli arretrati di fascicoli e raccoglitori saranno disponibili per un anno dal completamento dell'opera. **IMPORTANTE:** è assolutamente necessario specificare sul bollettino di c/c postale, nello spazio riservato alla causale del versamento, il titolo dell'opera nonché il numero dei fascicoli e dei raccoglitori che volete ricevere.

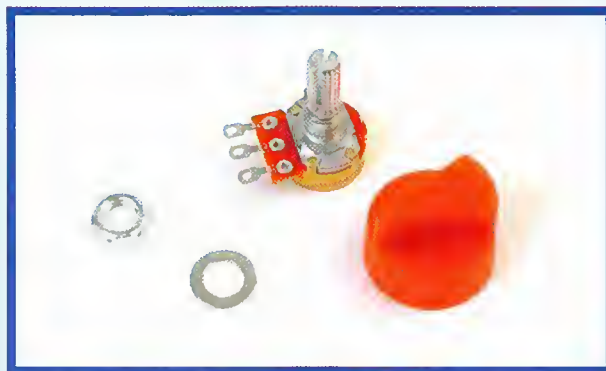
# impara elettronica digitale

## IN REGALO in questo fascicolo

1 Altoparlante da 8  $\Omega$



## IN REGALO nel prossimo fascicolo



1 Potenziometro da 50 K  
Log. con asse, completo  
di dado e rondella  
1 Manopola  
per il potenziometro

## COME RACCOGLIERE E SUDDIVIDERE L'OPERA NELLE 4 SEZIONI

L'Opera è composta da 4 sezioni identificabili dalle fasce colorate, come indicato sotto. Le schede di ciascun fascicolo andranno suddivise nelle sezioni indicate e raccolte nell'apposito raccoglitore, che troverai presto in edicola. Per il momento, ti consigliamo di suddividere le sezioni in altrettante cartellette, in attesa di poterle collocare nel raccoglitore. A prima vista, alcuni numeri di pagina ti potranno sembrare ripetuti o sbagliati. Non è così: ciascuno fa parte di sezioni differenti e rispecchia l'ordine secondo cui raccogliere le schede. Per eventuali domande di tipo tecnico scrivere al seguente indirizzo e-mail: [elettronica digitale@microrobots.it](mailto:elettronica digitale@microrobots.it)

**Hardware** Montaggio e prove del laboratorio

**Digitale di base** Esercizi con i circuiti digitali

**Digitale avanzato** Esercizi con i circuiti sequenziali

**Microcontroller** Esercizi con i microcontroller



## L'altoparlante



L'altoparlante da 2 pollici.



L'altoparlante si monta in questa zona.

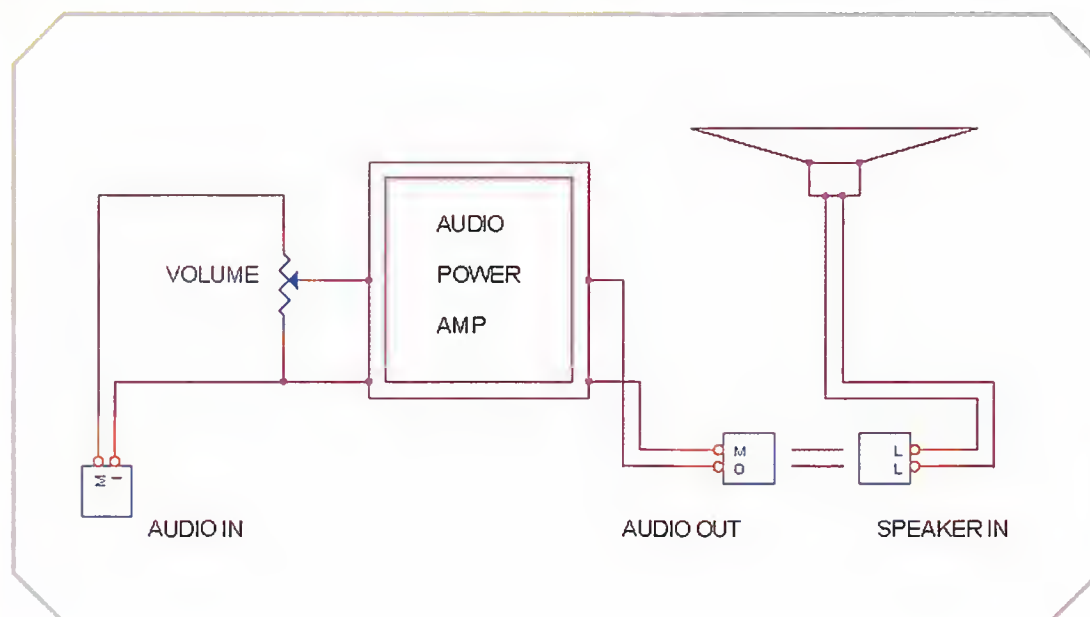
**C**on questo fascicolo viene fornito l'altoparlante.

Se lo installiamo ora, sarà pronto per l'utilizzo.

Questo altoparlante si monta su una delle due sedi con griglia all'esterno del pannello superiore. Il suo suono migliorerà montando il coperchio, specialmente per le frequenze più basse. Si tratta di un piccolo altoparlante da 8  $\Omega$  di impedenza, 2 pollici di diametro circa 5 cm, e ha una potenza di circa 0,5 Watt.

### Fissaggio

L'altoparlante si monta inserendolo in una sede circolare in cui rimarrà praticamente incastrato. Dato che potrebbero esserci piccole differenze di misura da un altoparlante all'altro, se l'inserimento viene fatto con precisione, l'altoparlante dovrà rimanere fissato da solo. Dobbiamo ruotarlo fino a quando le sue connessioni rimarranno rivolte verso la parte inferiore, per facilitarne i collegamenti. L'installazione definitiva si può eseguire utilizzando 3 o 4 gocce di colla specifica, oppure piegando con il saldatore parte del bordo rotondo di plastica che circonda l'altoparlante.



Schema elettrico, collegamento dell'altoparlante.





*Sede circolare dell'altoparlante.*



*L'altoparlante si deve inserire nel suo alloggiamento.*

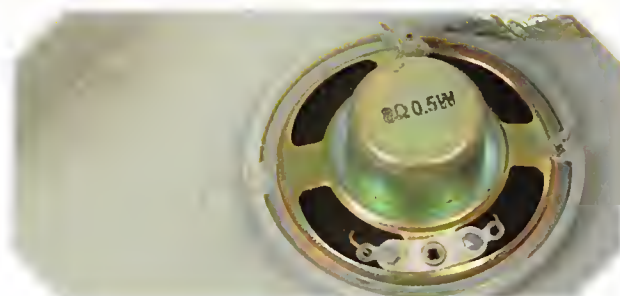
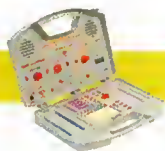


*Collegamento dell'altoparlante.*

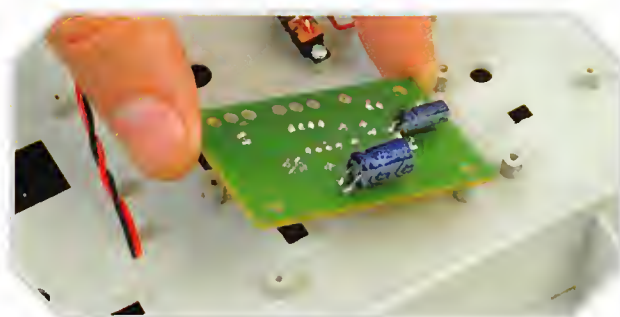
Se si sceglie quest'ultima opzione non bisogna applicare direttamente la punta del saldatore sull'altoparlante, né al bordo di plastica, altrimenti si sporcherà e avrà un cattivo odore di plastica fusa. Vi consigliamo di utilizzare il seguente trucco: fasciate la punta del saldatore freddo – per non bruciarvi – con un paio di giri di alluminio da cucina, dopodiché riscaldate il saldatore e in questo modo trasmetterete calore ma senza sporcare la punta del saldatore stesso. Infatti la plastica fusa entrerà in contatto con il foglio di alluminio che potremo gettare dopo aver terminato l'operazione.

### Collegamento

Il collegamento dell'altoparlante si esegue con due pezzi di filo, uno di colore rosso e l'altro di colore nero, già preventivamente forniti, devono essere intrecciati fra di loro e collegati nel modo illustrato nelle fotografie: uno dei capi di ogni filo va all'altoparlante e gli altri due estremi ai punti di saldatura identificati sulla scheda audio DG15 come L1 e L2. In questo modo i collegamenti dell'altoparlante saranno disponibili sul connettore identificato come SPEAKER IN, sul pannello frontale.



*Fissaggio mediante calore.*



*È consigliabile togliere la scheda audio.*

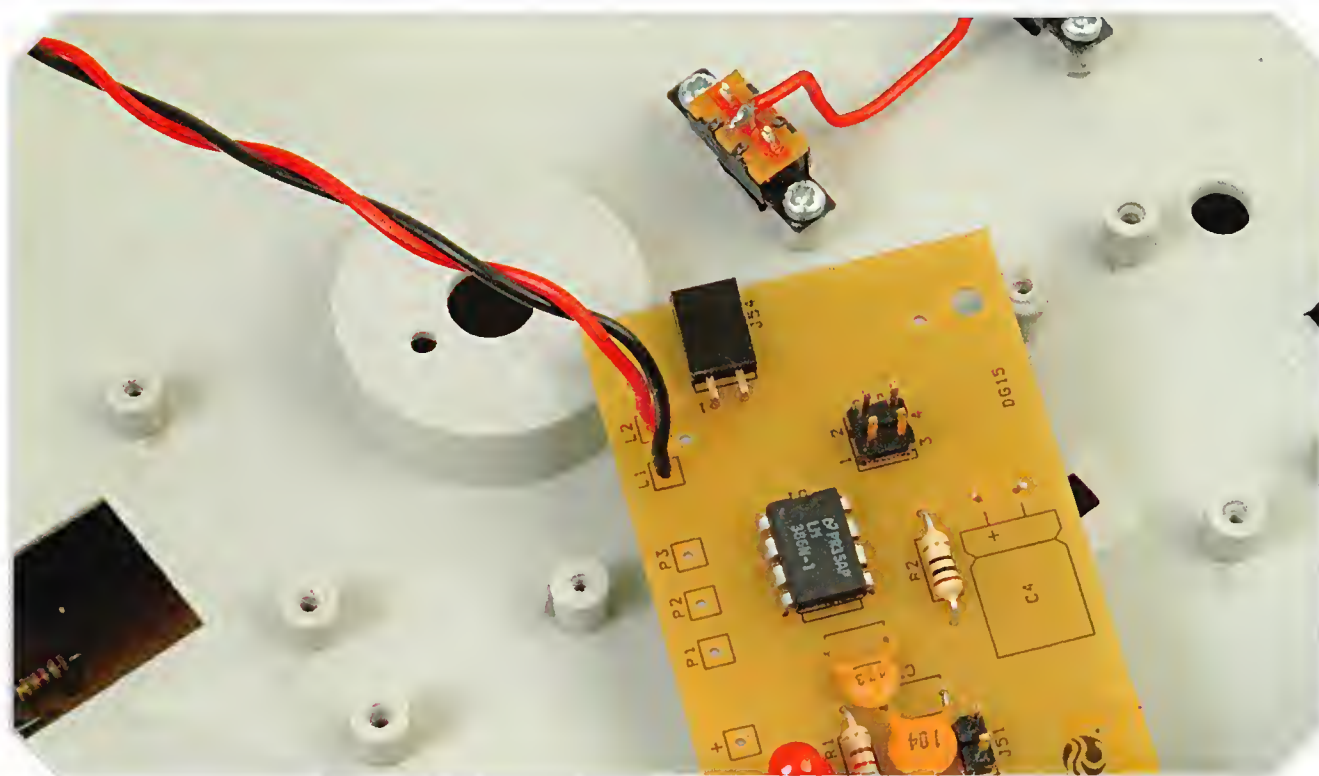
## Collegamenti alla scheda DG15

I collegamenti esterni dell'altoparlante sono situati sulla scheda DG15 e sono accessibili dal pannello frontale.

Per realizzare il collegamento a questa scheda sono necessari due pezzi di filo, uno di colore rosso e l'altro nero, entrambi da 13 cm di lunghezza; è sufficiente spelare per circa 3 mm i fili da entrambi i lati e saldarli sulle piazzole di saldatura indicate come L1 e L2. Vi consigliamo di saldare il filo nero a L1 e il filo rosso a L2. Questa operazione si potrebbe eseguire senza togliere la scheda DG15, ma è meglio smontarla togliendo le quattro viti e dopo averla saldata installarla nuovamente. Anche questa volta non stringeremo le viti, dato che sarà necessario toglierla nuovamente per collegare il potenziometro del volume.

## Collegamenti interni

L'altoparlante si può collegare all'uscita dell'amplificatore mediante due ponticelli, inseriti in senso orizzontale sul connettore indicato come AUDIO OUT e SPEAKER IN.



*Collegamenti alle piazzole L1 (nero) e L2 (rosso).*





Scheda audio già collegata all'altoparlante.



Collegamento dell'altoparlante all'esterno.

## Collegamenti esterni

È anche possibile utilizzare l'altoparlante in modo indipendente per pilotarlo tramite un altro circuito, collegandosi ai terminali indicati come SPEAKER IN con un cavetto terminato su due connettori a due vie, inserito in senso verticale, come possiamo osservare nella fotografia. Questo collegamento si può fare arrivare a due dei terminali siglati da 1 a 16, in questo modo sarà possibile avere a disposizione il collegamento dell'altoparlante sulle molle del laboratorio.

## Utilizzo

È già possibile utilizzare in modo indipendente l'altoparlante, invece l'amplificatore audio non potrà essere impiegato fino al prossimo fascicolo con cui verrà fornito il potenziometro del volume.



Vista generale del laboratorio.



# Generatore audio

*Il timer 555 si può utilizzare per costruire un oscillatore che lavori su frequenze comprese all'interno della banda audio.*

## Il circuito

Il circuito è molto conosciuto in quanto consigliato dai costruttori del 555 per costruire oscillatori astabili. Una delle resistenze che determina la frequenza è R1, mentre l'altra è formata dalla somma delle resistenze R2 e dal valore che in quel momento è determinato dalla posizione del potenziometro POT1.

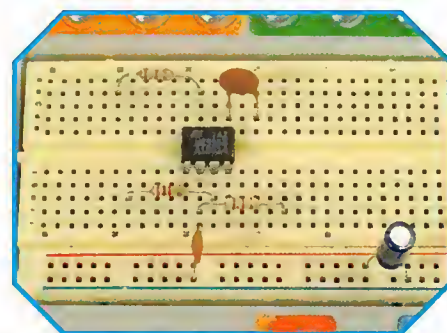
La formula che utilizzeremo per determinare la frequenza del segnale di uscita è:

$$f = 1,44 / (R1 + 2R2 + 2POT1)C$$

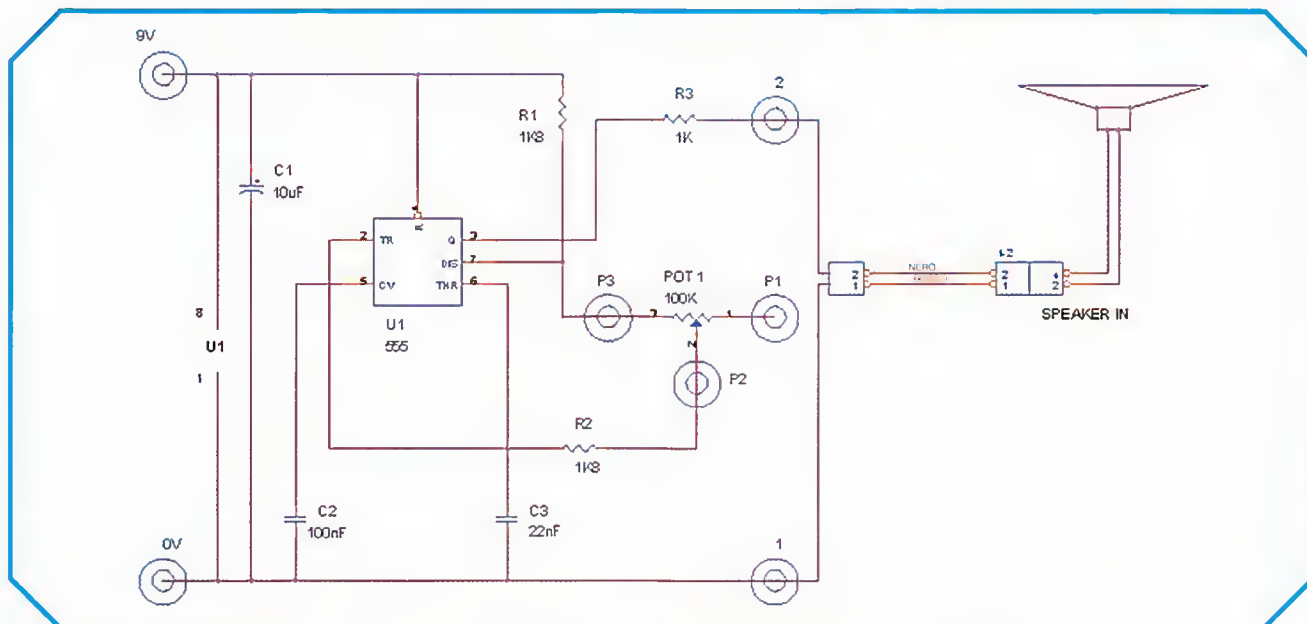
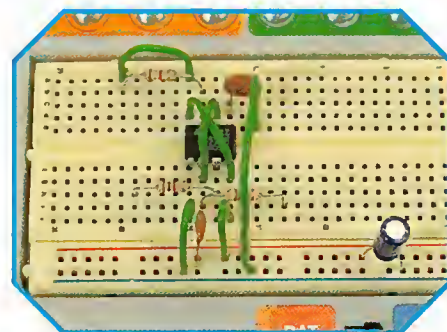
Per poterla applicare correttamente la resistenza deve essere espressa in Ohm e la capacità in Farad, in modo che il valore della frequenza ottenuta sia in Hertz. Ricordiamo che l'altro componente che determina la frequenza è il condensatore C2. Se aumentiamo il suo valore la frequenza si abbassa.

Con i valori utilizzati nello schema si otten-

Componenti sulla scheda Bread Board.

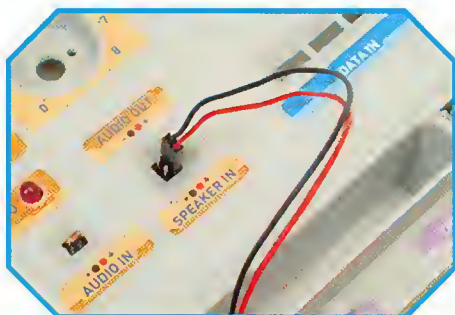


Cablaggio della scheda.

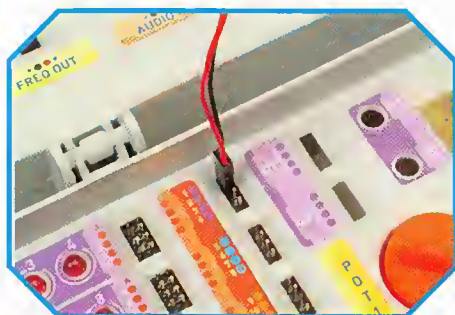


Schema del circuito.

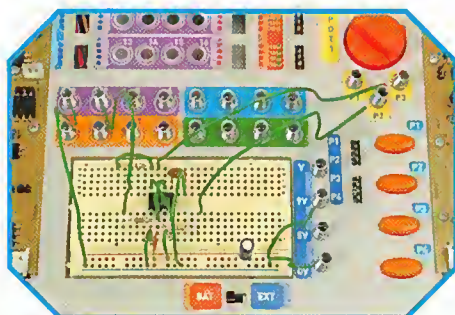




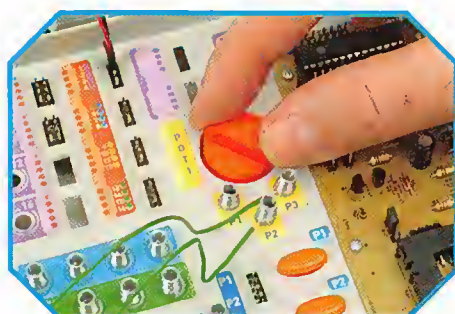
Collegamenti  
del cavetto su  
SPEAKER IN.



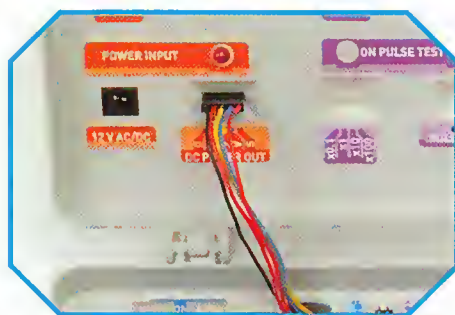
L'altro capo  
del cavetto si  
collega a 1-2.



Cablaggio  
esterno alla  
scheda  
Bread Board.



Con il  
potenziometro  
si modifica  
la frequenza  
di uscita.



Collegamento  
della  
alimentazione.

gono frequenze fra 350 e 12.000 Hz sfruttando tutta la corsa del potenziometro. Ruotando il comando di POT1 è possibile ottenere qualsiasi frequenza compresa fra queste due, tutte queste sono comprese nella banda udibile. Sull'uscita del circuito inseriamo una resistenza R3 per limitare la corrente di uscita dello stesso, inviando così un segnale all'altoparlante sufficiente per verificare il funzionamento del circuito, mantenendo un livello acustico basso. Tenete presente che non stiamo adoperando nessun amplificatore, se lo desiderate potete ridurre il valore della resistenza R3, ma in nessun caso dovrà essere minore di 100  $\Omega$ .

## Montaggio

Il montaggio dei componenti sulla scheda si esegue come d'abitudine, tenendo presente l'orientamento del circuito integrato e quello del condensatore C1 che è elettrolitico. Il collegamento all'altoparlante si esegue mediante un cavetto a due connettori collegato a SPEAKER IN, portando l'altro estremo ai connettori ausiliari delle molle, ad esempio 1-2, in modo da avere a disposizione i collegamenti dell'altoparlante sulle molle 1 e 2. Dovremo collegare l'alimentazione sui terminali 1 e 8 dell'integrato e l'alimentazione generale potrà essere tra 5 o 9 Volt indistintamente.

## L'esperimento

Dopo aver verificato il lavoro di montaggio posizioniamo il comando del potenziometro POT1 all'incirca a metà della sua corsa e colleghiamo l'alimentazione, a questo punto si deve udire un segnale continuo sull'altoparlante, ruotando il comando del potenziometro potremo sentire come cambia la frequenza del segnale di uscita.

### LISTA DEI COMPONENTI

U1	Circuito integrato 555
R1, R2	Resistenza 1K8 (marrone, grigio, rosso)
R3	Resistenza 1 K (marrone, nero, rosso)
C1	Condensatore 10 $\mu$ F elettrolitico
C2	Condensatore 100 nF
C3	Condensatore 22 nF





# Esercizio 15: la USART, compilazione, simulazione e sviluppo

**N**el fascicolo precedente abbiamo imparato a progettare un programma che stabilisce una comunicazione seriale tra il PC e il PIC tramite il modulo USART di quest'ultimo. Compileremo il programma, lo simuleremo e per i più esperti indicheremo come implementarlo fisicamente e come interagire con il PC.

## Compilazione

Per verificare se il programma preparato non ha errori dobbiamo aprire MPLAB, creare un progetto e nella finestra di edizione di quest'ultimo, aggiungere il file da compilare. Fatto questo selezioneremo Build All per assemblare e compilare il codice.

Il codice compila senza errori e presenta solamente dei messaggi riguardanti la corrispondenza dei registri con i banchi di memoria.

## Simulazione

Per simulare l'esercizio con MPLAB apriremo la finestra dei Registri delle Funzioni Speciali e una finestra con i registri che ci interessa vedere in modo indipendente. Nel nostro caso possono essere: PORTC, aux1, aux2, aux3 e TXREG. La visualizzazione dei dati è consigliabile farla in binario per i primi quattro e in ASCII per l'ultimo. In questo modo potremo vedere più chiaramente se il programma risponde alle nostre aspettative. Nell'immagine presente nella pagina successiva, possiamo vedere come si presenta questa finestra dopo essere stata configurata.

Se cominciamo l'esecuzione del programma

passo a passo, vedremo che questo viene eseguito normalmente fino a quando arriva alla parte di codice che deve inviare i caratteri ed entra nella subroutine di invio. La simulazione si fermerà in un ciclo di attesa fino a quando non terminerà la trasmissione. Per poter uscire da questo ciclo, forzeremo un valore sul registro TXSTA utilizzando la finestra Modify. Nell'immagine in figura è riportato un esempio di come forzare un valore all'interno del registro.

Se forziamo il valore del registro TXSTA a FF (in binario '11111111'), ogni volta che entra nella subroutine di trasmissione uscirà da questa senza problemi.

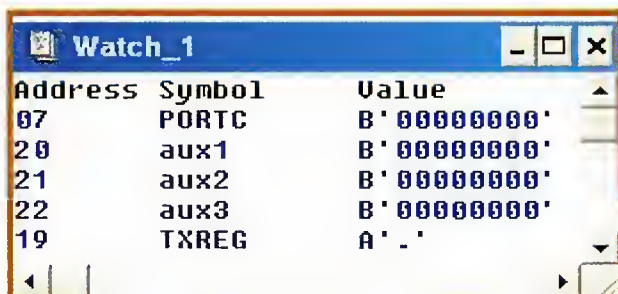
Continuando a eseguire il programma vedremo che, dopo aver letto il valore della Porta A, viene invertito l'ordine dei bit, di conseguenza il valore della variabile aux3 cambia, fino a ottenere l'inversione completa del valore letto sulla porta; successivamente si trasmette il valore ASCII ottenuto dalla combinazione dei pin di ingresso. Se non simuliamo nessun valore di ingresso verranno trasmessi cinque '0' e non potremo vedere come viene riordinato il valore da trasmettere, ma se nella esecuzione successiva, prima di acquisire il valore della porta, simuleremo degli stimoli sui pin, potremo vedere tutti i passi eseguiti in modo corretto.

```
Build Results
Building ESE15.HEX...

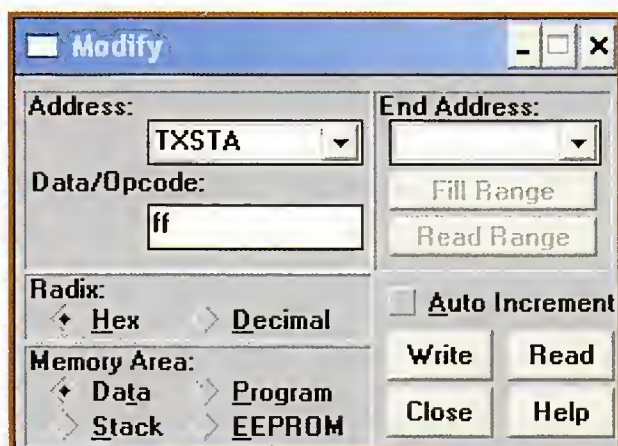
Compiling ESE15.ASM:
Command line: "D:\PROGRA~1\MPLAB\MPASWIN.EXE /p16F870 /q C:\PROGRA~1\MPLAB\PROGETTI\ESE15.ASM"
Message[302] C:\PROGRA~1\MPLAB\PROGETTI\ESE15.ASM 31 : Register in operand not in bank 0. Ensure
Message[302] C:\PROGRA~1\MPLAB\PROGETTI\ESE15.ASM 42 : Register in operand not in bank 0. Ensure
Message[302] C:\PROGRA~1\MPLAB\PROGETTI\ESE15.ASM 44 : Register in operand not in bank 0. Ensure
Message[302] C:\PROGRA~1\MPLAB\PROGETTI\ESE15.ASM 46 : Register in operand not in bank 0. Ensure
Message[302] C:\PROGRA~1\MPLAB\PROGETTI\ESE15.ASM 48 : Register in operand not in bank 0. Ensure
Message[302] C:\PROGRA~1\MPLAB\PROGETTI\ESE15.ASM 50 : Register in operand not in bank 0. Ensure
Message[302] C:\PROGRA~1\MPLAB\PROGETTI\ESE15.ASM 53 : Register in operand not in bank 0. Ensure

Build completed successfully.
```

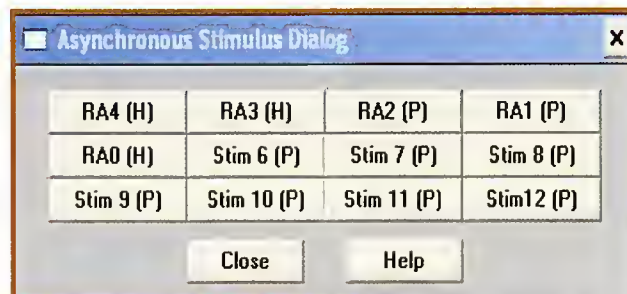
Risultato della compilazione.



Finestra dove si vede il valore dei registri più interessanti.



Forziamo il valore del registro TXSTA per uscire dal ciclo.

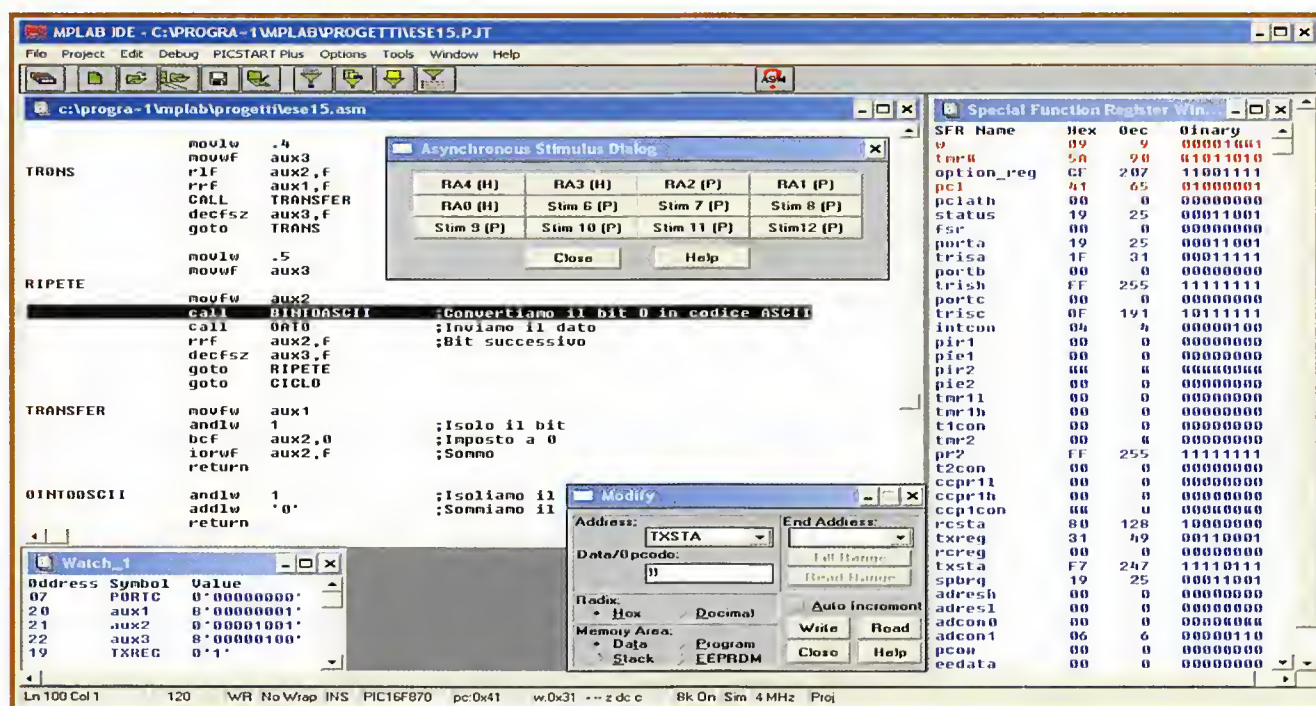


Con il simulatore di stimoli asincroni forziamo il valore di ingresso.

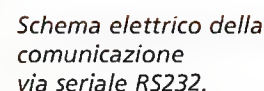
Con il simulatore di stimoli asincroni simuleremo un ingresso qualsiasi, ad esempio quello riportato nella figura. Ricordate che per attivare il livello alto sui pin selezionati, dovremo cliccare con il pulsante sinistro del mouse sul pulsante corrispondente al pin, uno per uno. Attiveremo un pin, eseguiremo una linea di programma, attiveremo un altro pin eseguiremo un'altra linea, e così via. Verificheremo che in queste condizioni, al momento della simulazione, il programma risponde correttamente.

## Implementazione e sviluppo

Vediamo ora come si implementa questo esercizio fisicamente, per quei lettori che vorran-







RS232 è quello riportato nella figura. Come potete verificare, abbiamo specificato nel circuito con quali terminali del PIC si collega (RC6 e RC7), come si collega l'alimentazione e a quali pin del connettore DB9 deve essere unita la linea di comunicazione.

Tramite il terminale RC6 del PIC uscirà il dato da trasmettere, che entrerà nel circuito integrato tramite il terminale 11 (T1IN). Il dato in formato RS232, uscirà dall'integrato tramite il terminale 14 (T1OUT) verso il connettore DB9, sul suo terminale DB2. Quando il PC invia un dato, questo arriva sul circuito tramite il pin DB3 del connettore e arriva al circuito integrato tramite il terminale 13 (R1IN). L'integrato converte il dato per poterlo trasmettere al PIC, facendolo uscire tramite il pin 12 (R1OUT) per arrivare a questo tramite il terminale RC7.

Avendo chiari questi collegamenti, è sufficiente inserire i condensatori indicati nello schema, alimentare il circuito integrato e unire il terminale 5 (DB5) del connettore DB9 a massa.

## Hyper Terminal di Windows

Parliamo ora di questo programma, anche se non è l'unico software di comunicazione con il quale può funzionare la nostra applicazione. Questo programma si trova nel menù Comunicazioni, all'interno di Accessori, nel menù a tendina di Programmi. Facendo il dop-

Dobbiamo comunicare usando il protocollo RS232, quindi è necessario eseguire un montaggio specifico per questa comunicazione. Un circuito elettrico tipico per comunicazioni



Apriamo Hyper Terminal e creiamo una connessione.

pio clic sull'icona del programma apparirà una videata per creare una nuova comunicazione. In questa finestra dobbiamo dare un nome al collegamento che vogliamo creare e possiamo scegliere l'icona che ci risulta più appropriata. Fatto questo, la videata successiva serve per stabilire il dispositivo tramite il quale si stabilirà la comunicazione: modem, sockets o porta. Nel nostro caso sceglieremo



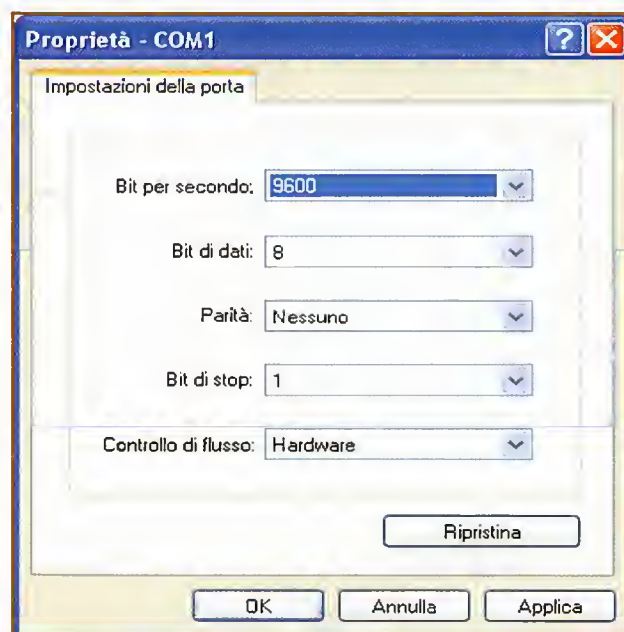
Dispositivo tramite il quale si effettua la comunicazione.

la porta seriale COM1, dove collegheremo il nostro cavo di comunicazione. Dopo aver scelto il dispositivo dovremo configurarlo, e questo lo si fa mediante una nuova finestra. Nella finestra Proprietà di COM1, dobbiamo configurare i parametri della nostra comunicazione, che nel nostro caso saranno 9.600 bit per secondo, 8 bit di dati, parità pari, un bit di stop e controllo di flusso di tipo hardware. Potete provare a cambiare alcuni di questi parametri, osservando che cosa succede nella comunicazione. Configurata la comunicazione si apre una finestra di lavoro in cui verranno visualizzati i messaggi inviati tramite il PIC.

## Avvertenze

I componenti per montare il circuito di comunicazione seriale 232 non sono forniti con l'opera, quindi chi fosse interessato alla realizzazione di questo montaggio, li dovrà acquistare in un qualsiasi negozio di componenti elettronici.

In ogni caso l'obiettivo principale era l'acquisizione delle conoscenze necessarie per lavorare con qualsiasi dei dispositivi del PIC, quindi per quanto riguarda la USART consideriamo raggiunto il nostro obiettivo.



Configurazione dei parametri della comunicazione.





## Esercizio: controllo di un forno

**P**resentiamo ora un progetto reale in cui sono utilizzati molti dei dispositivi del PIC16F870, come ad esempio le memorie FLASH e EEPROM interne, il convertitore A/D, interrupt, timer e le porte di comunicazione seriale (USART). Utilizzando i microcontroller potremo risolvere e controllare una moltitudine di processi industriali in modo semplice, pratico ed economico.

### Controllo della temperatura per il modellamento dei pezzi

Vogliamo realizzare il controllo di un processo in cui si riscaldano i pezzi in un forno per il loro successivo modellamento.

Lavoreremo con due tipi di pezzi:

- Pezzi A: questi pezzi potranno essere modellati se rimarranno nel forno per 5 secondi a una temperatura superiore ai 125° (Forno 75-125.asm).

- Pezzi B: questi pezzi potranno essere modellati se rimarranno nel forno per 5 secondi a una temperatura superiore a 150° (Forno 100-150.asm).

In base ai pezzi che si trovano sulla catena dobbiamo eseguire un controllo oppure l'altro.

Per i pezzi A il nostro forno ci avviserà che ci stiamo avvicinando alla temperatura specificata (125°) dopo aver superato i 75° C. In questo modo l'addetto potrà essere avvisato e preparare quanto serve per il processo successivo.

L'allarme sparisce quando la temperatura non è superiore ai 75°. Se al contrario la temperatura ha raggiunto quella specificata, sparisce l'allarme e viene indicato che la tempera-

tura è quella corretta. Se questo stato si mantiene per 5 secondi il pezzo verrà considerato riscaldato e si introdurrà all'interno del forno il pezzo successivo.

Per i pezzi B il processo è identico ma cambiano le temperature. Essendo di materiale diverso, per il loro successivo modellamento, hanno bisogno di rimanere nel forno per 5 secondi a temperatura superiore a 150°, generando l'allarme di avviso all'addetto quando la temperatura del forno supera i 100°.

### Esecuzione del progetto

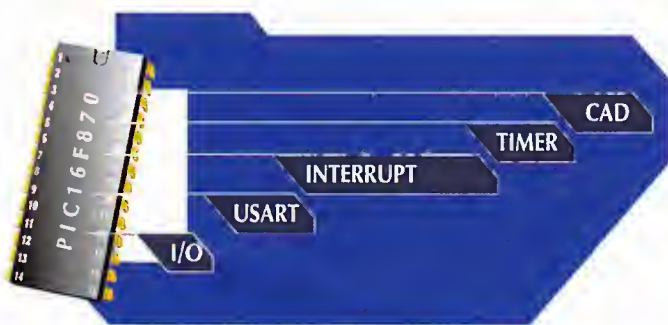
Per la realizzazione di questo progetto abbiamo a disposizione una sonda attiva di temperatura all'interno del forno. Il forno avrà un range di temperatura fra 0° e 255° C, e l'uscita proporzionale che otterremo dalla sonda sarà compresa tra 0 e 5 Volt.

Questa sonda potrà essere simulata con un potenziometro.

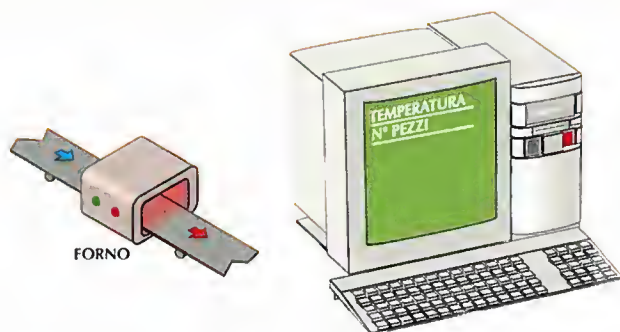
L'uscita di questa sonda sarà interpretata dal microcontroller che convertirà questo valore in binario, per poterlo elaborare (convertitore A/D). Ogni volta che eseguiamo una conversione genereremo un interrupt in cui verificheremo il valore ottenuto.

Se il valore è compreso all'interno del range di allarme, indicheremo questa situazione facendo lampeggiare un diodo LED. Otterremo questo utilizzando il Timer0. Se il valore è compreso all'interno del range corretto di riscaldamento del pezzo, utilizzeremo lo stesso indicatore ma questa volta fornendo una luce fissa.

Verificheremo che il pezzo rimanga in quella situazione per 5 secondi e dopo aver soddisfatto questa condizione inseriremo un nuovo pezzo nel forno. Il movimento del nastro trasportatore lo indicheremo con un altro diodo



Dispositivi utilizzati dal PIC.



Processo industriale di modellamento dei pezzi.

Visualizzazione sul PC delle variabili da controllare.

LED e sarà prodotto da un motore collegato indirettamente (tramite una circuiteria addizionale) a una uscita del microcontroller.

Per simulare il montaggio collegheremo solamente il LED all'uscita.

Dovremo inoltre indicare il numero di pezzi eseguiti e la temperatura di lavoro attuale del forno. Mediante la comunicazione seriale del microcontroller (modulo USART) invieremo al terminale di un PC questi valori. In questo modo potremo osservare il funzionamento del processo in tempo reale tramite una postazione remota.

Utilizzando il Bootloader, file che si trova nelle directory (Bootloader.ascu) che porta questo nome inserita nel primo CD-R, potremo, tramite lo stesso programma e utilizzando lo stesso tipo di comunicazione, selezionare il processo da realizzare. Potremo scrivere il nuovo programma da eseguire per il microcontroller, in base ai pezzi che si desidera automatizzare. Fermando il processo e facendolo ripartire tenendo premuto il reset, il microcontroller si ferma e attende che venga caricato un nuovo programma, spegnendo e alimentando nuovamente il circuito manderemo in funzione il programma dell'utente per il processo scelto.

Il Bootloader e le relative modifiche ai programmi per poter lavorare con esso, verranno presentate nei prossimi fascicoli.

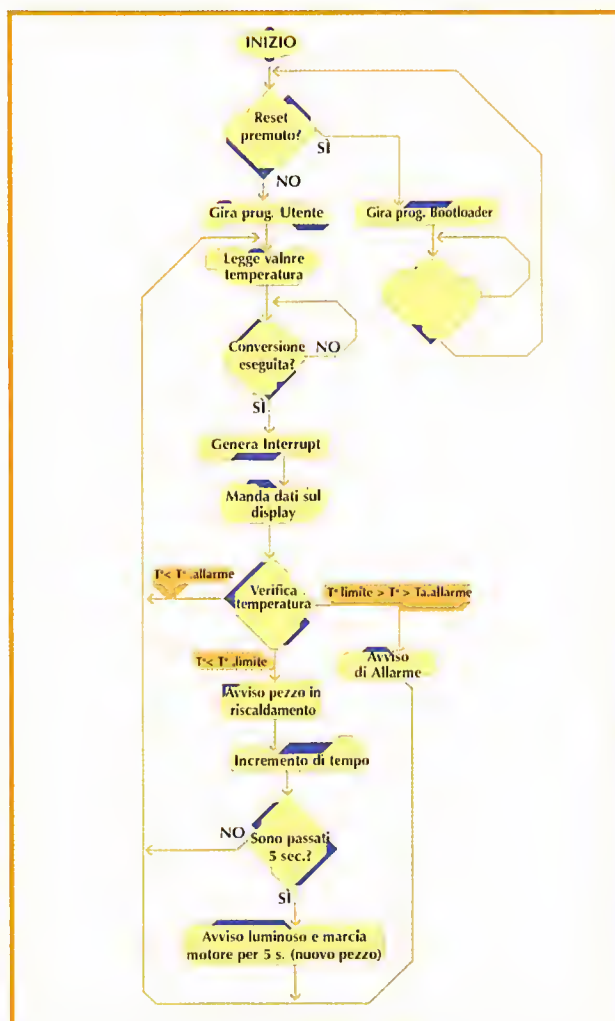
## Organigramma

Mediante un organigramma pianificheremo una soluzione generale al progetto e partendo da essa svilupperemo il codice più facilmente.

## Codice

Per spiegare come è stata risolta l'applicazione ci concentreremo su uno dei programmi, dato che l'altro è molto simile, con l'unica differenza dei valori di temperatura. Risolveremo quindi il programma per i pezzi A, e spiegheremo i cambiamenti da eseguire, partendo da questo, per fare il programma corrispondente ai pezzi di tipo B.

Il codice inizia con i commenti relativi al programma, le definizioni del PIC e la libreria dei registri. Possiamo definire le costanti per i valori di temperatura. Così 125 sarà '01111101' in binario e 75 sarà '01001011'. Seguiranno la disposizione per gli indirizzi della memoria di programma e il vector di interrupt mediante le direttive ORG.



Organigramma del progetto.



```

;-----ESERCIZIO: Forno 75-125-----
;
;
LIST P=16F870
include "P16F870.INC"

volt3      EQU      b'01111101'      ;Raggiunti i 125° fissa l'uscita e inizia la sequenza
volt2      EQU      b'01001011'      ;Raggiunti i 75° ci avvisa della temperatura

;Inizio del programma
org 0
GOTO INIZIO

org 4
goto INT

org 5

```

Intestazione del programma.

```

INIZIO      clrf          PORTA
            clrf          PORTB
            clrf          PORTC
            clrf          n_pezzi
            ;Configuriamo ADCON con: RC, canale2, Attivazione del "modulo del convertitore"
            ;Se non lo programiamo con RC non lo potremo risvegliare dallo SLEEP!
            movlw          b'11000001'
            movwf          ADCON0
            ;Configuriamo ADCON con giustificazione a sinistra->lo carichiamo in ADRESH+tutto analogico;
            banksel        ADCON1
            movlw          b'00001110'
            movwf          ADCON1
            clrf           TRISB
            movlw          b'11001111'
            ;Configuriamo la Porta B come uscita digitale
            ;Sul registro OPTION_WDT=1/128
            movwf          OPTION_REG
            movlw          b'00000001'
            ;Porta A: RA0 ingresso analogico, gli altri uscite
            movwf          TRISA
            movlw          b'10111111'
            ;Impostiamo RC6/TX come uscita e RC7/Rx come ingresso
            movwf          TRISC
            movlw          b'00100100'
            ;Attiviamo la trasmissione in modo asincrono, a 8 bit ad alta velocità
            movwf          TXSTA
            movlw          .25
            ;Carichiamo il reg. generatore della velocità in bauds in modo che si configuri con 9600
            movwf          SPBRG
            banksel        RCSTA
            bsf            RCSTA,SPEN
            ;Abilitiamo la porta seriale
            movlw          .325000
            ;Con questo valore otterremo i 5 sec.
            movwf          cont
            movwf          cont1

;*****Configurazione dell'interrupt per il salto quando si attiva la conversione
banksel     PIE1
movlw       b'01000000'
movwf       PIE1
banksel     INTCON
movlw       b'11000000'
movwf       INTCON
bsf         ADCON0,GO
sleep
goto_conver

```

*Configurazione  
dei dispositivi.*

```

; ***** Routine di interrupt *****
org 50
bankset PORTB
INT goto CICLO
eti btfsz PORTB,5
goto temp
movf ADRESH,w
sublw volt3
bankset STATUS
btfsz STATUS,0 ;Se il carry è a zero:
goto ALLARME
movlw .325000 ;Con questo valore otterremo i 5 sec.
movwf cont
movf ADRESH,w
sublw volt2
bankset STATUS
btfsz STATUS,0 ;Se il carry è a zero:
call lampeg
bankset PORTB
cirf PORTB
bankset PIR1
REINIT bcf PIR1,6 ;Reinizializziamo il bit dell'interrupt
retfie

; *****
; Subroutine che mantiene l'uscita RB4 costantemente accesa
ALLARME nop
bankset PORTB
bsf PORTB,4
decfsz cont,F
goto eti1
call motore
temp decfsz cont1,F
goto eti1
eti1 bcf PORTB,5
nop
bankset PIR1
goto REINIT

```

A partire dall'etichetta Inizio resetteremo le porte e configureremo i dispositivi, le tre porte, il CAD, il WDT, la USART e gli interrupt. Ci fermeremo in modalità SLEEP entrando in un ciclo fino a quando non si esegue la conversione. Definiremo tre nuove variabili all'inizio del programma.

Terminata la conversione si genera un interrupt e si esegue la routine dedicata a quest'ultima. In essa si analizza il valore acquisito, attivando l'uscita nel caso in cui la temperatura sia adeguata, avvertendo con il lampeggio dell'allarme il fun-

*Routine di servizio  
dedicata all'interrupt.*

